

(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成6年(1994)12月20日

技術表示箇所

A 2125-3H

審査請求 未請求 請求項の数7 FD (全 13 頁)

(22)出願日 平成5年(1993)6月3日

ティーディーケー株式会社

東京都中央区日本橋1丁目13番1号

東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティー
ディーケイ株式会社内

(72)発明者 大山 貴俊

東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティー
ディーケイ株式会社内

(72)發明者 齊藤 重男

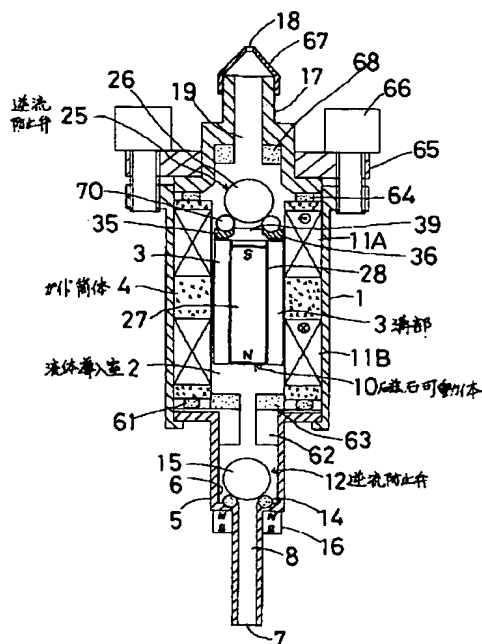
東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティー
ディーケイ株式会社内

(74)代理人 弁理士 村井 隆

(57) 【要約】

【目的】 外周面に流体通路となる溝部を形成してなる磁石可動体を流体導入室内で往復動させる構成とし、機械的復帰機構を不要として機構の簡略化を図るとともに、小型にして揚液能力の増大を図る。

【構成】 永久磁石 27 を有して外周面に流体通路となる溝部 3 を形成してなる磁石可動体 10 を、流体導入室 2 内に摺動自在に設け、流体導入室 2 を囲む如く複数のコイル 11A、11B を固定配置し、流体導入室 2 に連通する流体通路に少なくとも 1 個の第 1 の逆流防止弁 12 を設けるとともに、磁石可動体 10 に第 2 の逆流防止弁 25 を設け、各コイル 11A、11B に通電された電流と各コイル 11A、11B と鎖交する前記磁石可動体側の磁束との相互作用で磁石可動体 10 を往復動させる構成である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも1個の軸方向に着磁した永久磁石を有して外周面に流体通路となる溝部を形成してなる磁石可動体を、流体導入室内に摺動自在に設け、該流体導入室を囲む如く複数のコイルを固定配置し、前記流体導入室に連通する流体通路に少なくとも1個の第1の逆流防止弁を設けるとともに、前記磁石可動体に第2の逆流防止弁を設け、各コイルに通電された電流と各コイルと鎖交する前記磁石可動体側の磁束との相互作用で前記磁石可動体を往復動させることを特徴とする可動磁石式ポンプ。

【請求項2】 前記溝部が前記磁石可動体の軸方向に対し傾きを有するように前記外周面に形成されている請求項1記載の可動磁石式ポンプ。

【請求項3】 前記磁石可動体は同極対向された少なくとも2個の永久磁石間に磁性体を設けて構成されており、前記複数のコイルは少なくとも3連であって、当該少なくとも3連のコイルは、各永久磁石の磁極間を境にして相異なる方向に電流が流れる如く結線されている請求項1又は2記載の可動磁石式ポンプ。

【請求項4】 前記磁石可動体は同極対向された少なくとも2個の永久磁石間に中間部磁性体を設け、かつ両端に位置する永久磁石の外側端面に端部磁性体を設けて構成されており、前記複数のコイルは少なくとも3連であって、当該少なくとも3連のコイルは、各永久磁石の磁極間を境にして相異なる方向に電流が流れる如く結線されている請求項1又は2記載の可動磁石式ポンプ。

【請求項5】 前記コイル外周側に磁性体ヨークを設けて、前記磁石可動体の軸方向に垂直な方向の磁束成分を増加させるための磁気回路を構成した請求項1、2、3又は4記載の可動磁石式ポンプ。

【請求項6】 前記第1の逆流防止弁は第1の磁性弁体と弁体吸引用永久磁石とを備え、該弁体吸引用永久磁石により前記流体通路を閉塞する向きに前記第1の磁性弁体を付勢するものである請求項1、2、3、4又は5記載の可動磁石式ポンプ。

【請求項7】 前記第2の逆流防止弁は第2の磁性弁体を有し、前記磁石可動体の永久磁石で当該磁石可動体側の流体通路を閉塞する向きに前記第2の磁性弁体を付勢するものである請求項1、2、3、4、5又は6記載の可動磁石式ポンプ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、流体、とくに水、灯油等の液体を揚液する用途に適した小型の可動磁石式ポンプに関する。

【0002】

【従来の技術】従来、小型ポンプとしては、磁性ピストンを一方向に駆動する励磁コイルと、その磁性ピストンを元の位置に復帰させる復帰用ばねとを有する電磁ポン

プ(ソレノイドポンプ)が知られている(特開昭55-142981号等)。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、磁性ピストンと励磁コイルとを組み合わせた従来の電磁ポンプは、ばね等の機械的復帰機構が必要不可欠で、機構の複雑化や形状の大型化を招く問題があり、また、ピストンの操作力を増大させるためには磁性ピストン及び励磁コイルが大型化してしまう。このため、従来一般的な電磁ポンプでは小型乃至超小型で十分な揚液能力を持つポンプを実現するのは困難であった。

【0004】本発明は、上記の点に鑑み、外周面に流体通路となる溝部を形成してなる磁石可動体を流体導入室内で往復動させる構成とし、機械的復帰機構を不要として機構の簡略化を図るとともに、小型にして揚液能力の増大を図り得る可動磁石式ポンプを提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の可動磁石式ポンプは、少なくとも1個の軸方向に着磁した永久磁石を有して外周面に流体通路となる溝部を形成してなる磁石可動体を、流体導入室内に摺動自在に設け、該流体導入室を囲む如く複数のコイルを固定配置し、前記流体導入室に連通する流体通路に少なくとも1個の第1の逆流防止弁を設けるとともに、前記磁石可動体に第2の逆流防止弁を設け、各コイルに通電された電流と各コイルと鎖交する前記磁石可動体側の磁束との相互作用で前記磁石可動体を往復動させる構成としている。

【0006】なお、前記溝部が前記磁石可動体の軸方向に対し傾きを有するように前記外周面に形成されているものであってもよい。

【0007】また、前記磁石可動体は同極対向された少なくとも2個の永久磁石間に磁性体を設けて構成されており、前記複数のコイルは少なくとも3連であって、当該少なくとも3連のコイルは、各永久磁石の磁極間を境にして相異なる方向に電流が流れる如く結線されているものであってもよいし、あるいは、前記磁石可動体は同極対向された少なくとも2個の永久磁石間に中間部磁性体を設け、かつ両端に位置する永久磁石の外側端面に端部磁性体を設けて構成されており、前記複数のコイルは少なくとも3連であって、当該少なくとも3連のコイルは、各永久磁石の磁極間を境にして相異なる方向に電流が流れる如く結線されているものであってもよい。

【0008】さらに、前記コイル外周側に磁性体ヨークを設けて、前記磁石可動体の軸方向に垂直な方向の磁束成分を増加させるための磁気回路を構成することも可能である。

【0009】また、前記第1の逆流防止弁は第1の磁性弁体と弁体吸引用永久磁石とを備え、該弁体吸引用永久

磁石により前記流体導入室への流体導入路を閉塞する向きに前記第1の磁性弁体を付勢する構成を採用してもよい。

【0010】なお、前記第2の逆流防止弁は第2の磁性弁体を有し、前記磁石可動体の永久磁石で当該磁石可動体側の流体通路を閉塞する向きに前記第2の磁性弁体を付勢する構成としてもよい。

【0011】

【作用】本発明の可動磁石式ポンプにおいては、外周面に流体通路となる溝部を形成してなる磁石可動体を流体導入室内に摺動自在に設け、該磁石可動体とコイル間のフレミングの左手の法則に基づいて与えられる推力に準ずる操作力にて当該磁石可動体を駆動している。このため、交流電圧にて磁石可動体を直接電磁往復動させられるため、ばね等の機械的復帰機構が不要で機構の簡略化ができ、磁石可動体の往復運動の方向に垂直な方向の偏りも発生せず、円滑に磁石可動体を作動させることができる。また、磁石可動体の操作力は、従来の電磁ポンプの磁性ピストンと励磁コイル間の力よりも格段に大きくでき、小型乃至超小型にして充分大きな揚液能力のポンプを実現できる。また、磁石可動体の外周面に流体通路となる溝部を設ける構成であり、磁石可動体に流体通路となる貫通穴を形成する場合に比べて磁石可動体の小型化及び作製が容易で、磁石可動体の防水構造も簡単になる。

【0012】図13は本発明の第1実施例の場合における磁石可動体の往復動動作についての動作原理を説明するための概略構成図であり、図14は比較例の場合における磁石可動体の往復動動作についての動作原理を説明するための概略構成図であり、図15は本発明の第2実施例の場合における磁石可動体の往復動動作についての動作原理を説明するための概略構成図である。

【0013】図13の第1実施例の動作原理を示す概略構成図において、10は軸方向に着磁した棒状の永久磁石からなる磁石可動体であり、両端面に磁極を有している。コイル11A、11Bは、磁石可動体10の端部外周側をそれぞれ環状に周回するように巻回され、隣合う部分に同極が発生するようになっている。なお、図示は省略してあるが、コイル11A、11Bは通常磁石可動体10を軸方向に移動自在にガイドするためのガイド筒体に装着される。そして、磁石可動体10の各端面からの磁束がそれぞれコイル11A、11Bと鎖交している。

【0014】図14の比較例の概略構成図において、磁石可動体20は同極対向配置の2個の棒状永久磁石21A、21Bと、これらの永久磁石21A、21B間に固着される棒状軟磁性体22とを固着一体化したものであり、コイル23は磁石可動体20の中間部外周側をそれぞれ環状に周回するように巻回されている。なお、図示は省略してあるが、コイル23は通常磁石可動体20を

軸方向に移動自在にガイドするためのガイド筒体に装着される。そして、磁石可動体20の同極対向した永久磁石端面からの磁束がコイル23と鎖交している。

【0015】図15の第2実施例の動作原理を示す概略構成図において、磁石可動体30は同極対向配置の2個の円柱状永久磁石31A、31Bと、これらの永久磁石31A、31B間に固着される円柱状中間部軟磁性体32とを一体化したものであり、3連のコイル33A、33B、33Cは、磁石可動体30の外周側を周回する如く巻回され、磁石可動体30を構成する永久磁石31Aの左端、永久磁石31A、31Bの同極対向端、及び永久磁石31Bの右端の磁極からの磁束とそれぞれ鎖交するように配置されている。これらのコイル33A、33B、33Cは永久磁石31A、31Bの磁極間を境にして相異なる方向に電流が流れる如く結線されている（磁極間の境は磁極と磁極の間であれば必ずしも磁極中間位置になくともよい。）。なお、図示は省略してあるが、コイル33A、33B、33Cは通常磁石可動体30を軸方向に移動自在にガイドするためのガイド筒体に装着される。コイル33A、33B、33Cと磁石可動体30との位置関係は、当該磁石可動体30の停止時を含む大部分の可動位置において、永久磁石磁極間を境にして各コイルに流れる電流が相互に逆向きとなるように設定しておく。

【0016】ところで、第1及び第2実施例及び比較例において、磁石可動体10、20、30に発生する推力は、基本的にはフレミングの左手の法則に基づいて与えられる推力に準ずるものである（フレミングの左手の法則はコイルに対して適用されるが、ここではコイルが固定のため、磁石可動体にコイルに作用する力の反力としての推力が発生する。）。したがって、推力に寄与するのは、磁石可動体が有する永久磁石の磁束の垂直成分（永久磁石の軸方向に直交する成分）である。

【0017】そこで、1個の永久磁石の場合、あるいは2個の同極対向配置の永久磁石の場合について、磁束の垂直成分がどのようになるのかそれぞれ解析してみた。

【0018】図16は、単独の永久磁石の長手側面に沿って表面磁束密度の垂直成分を磁場解析した結果を示す。但し、永久磁石は希土類永久磁石であって、直径2.5mm、長さ6mmで、永久磁石表面から0.25～0.45mm離れた位置を計測した。

【0019】図17は、2個の永久磁石を同極対向配置とし、かつ直接接合した場合において、2個の永久磁石の長手側面に沿って表面磁束密度の垂直成分を磁場解析した結果を示す。但し、各永久磁石は希土類永久磁石であって、直径2.5mm、長さ3mm（2個で6mm）で、永久磁石表面から0.25～0.45mm離れた位置を計測した。

【0020】図18は、2個の永久磁石を同極対向配置とし、かつ対向間隔を1mmとした場合において、2個の

永久磁石の長手側面に沿って表面磁束密度の垂直成分を磁場解析した結果を示す。但し、各永久磁石は希土類永久磁石であって、直径2.5mm、長さ3mmで、永久磁石表面から0.25~0.45mm離れた位置を計測した。

【0021】図19は、2個の永久磁石を同極対向配置とし、かつ対向間隔を2mmとした場合において、2個の永久磁石の長手側面に沿って表面磁束密度の垂直成分を磁場解析した結果を示す。但し、各永久磁石は希土類永久磁石であって、直径2.5mm、長さ3mmで、永久磁石表面から0.25~0.45mm離れた位置を計測した。

【0022】図20は、2個の永久磁石を同極対向配置とし、かつ対向間隔を3mmとした場合において、2個の永久磁石の長手側面に沿って表面磁束密度の垂直成分を磁場解析した結果を示す。但し、各永久磁石は希土類永久磁石であって、直径2.5mm、長さ3mmで、永久磁石表面から0.25~0.45mm離れた位置を計測した。

【0023】図21は、2個の永久磁石を同極対向配置とし、両永久磁石間に長さ1mmの軟磁性体を配置した場合において、2個の永久磁石の長手側面に沿って表面磁束密度の垂直成分を磁場解析した結果を示す。但し、各永久磁石は希土類永久磁石であって、直径2.5mm、長さ3mmで、永久磁石表面から0.25~0.45mm離れた位置を計測した。

【0024】図22は、2個の永久磁石を同極対向配置とし、両永久磁石間に長さ1mmの軟磁性体を配置し、さらに2個の永久磁石の外周に対向させて軟磁性体ヨークを配設した場合において、2個の永久磁石の長手側面に沿って表面磁束密度の垂直成分を磁場解析した結果を示す。但し、各永久磁石は希土類永久磁石であって、直径2.5mm、長さ3mmで、ヨークは永久磁石を取り囲む円筒形状で厚み0.5mm、長さ10mmで永久磁石外周から1.25mm離間した位置となっており、表面磁束密度の垂直成分は永久磁石表面から0.25~0.45mm離れた位置を計測した。

【0025】上述したように、磁石可動体に発生する推力は、基本的にはフレミングの左手の法則に基づいて与えられる推力に準ずるものであり、コイルと鎖交する永久磁石の磁束の垂直成分（永久磁石の軸方向に直交する成分）が多いことが望まれるが、図13の第1実施例の動作原理図では、表面磁束密度の垂直成分は図16のようになり、図17乃至図22の2個の永久磁石を同極対向配置とした場合に比較して垂直成分が少ないが、励磁コイルで磁性ピストンを吸引する従来の電磁ポンプに比べると大きな操作力が得られている。例えば、磁石可動体10を直径2.5mm、長さ6mmの希土類永久磁石で構成し、2個のコイル11A、11Bの隣合う部分に同極が発生するように各コイル11A、11Bに40mAの電流を流したときに発生する推力F1は4.7(qf)であった。各コイルの電流を反転させれば磁石可動体10の推力の向きも反転する。交流電流を流した場合には、

一定周期で振動を繰り返す往復動アクチュエータとして働く。

【0026】また、図14の比較例では、2個の同極対向の永久磁石間に軟磁性体を配した磁石可動体20を用いており、磁束密度の垂直成分は図21に示す如くなり、同極対向の永久磁石21A、21Bの磁極から出る磁束は1個の永久磁石の場合（図16参照）や2個の永久磁石のみの場合（図17乃至図20参照）よりも多くなるが、コイルが磁石可動体20の中間部を囲む1個のみであり、磁石可動体20の両端面の磁極による磁束は有効に利用していない。このため、図14の比較例の場合は2個の永久磁石を組み合わせた割には推力の向上は少ない。例えば、図14の比較例において磁石可動体20として直径2.5mm、長さ3mmの希土類永久磁石を2個用い（希土類永久磁石の性能は第1実施例と同じとする）、かつ両者間に長さ1mmの軟磁性体を配置したものをを用い、図13の第1実施例と同じ消費電力となるように作成したコイル23に40mAの電流を流し、第1実施例と同じ消費電力としたときに発生する推力F2は5.6(qf)であった。

【0027】さらに、図15の第2実施例の動作原理図では、磁石可動体30の構造は、図21のように2個の永久磁石を同極対向させかつ永久磁石間に軟磁性体を配置したものである。この図21のときは軟磁性体位置に相当する領域Qの表面磁束密度の垂直成分は、軟磁性体の無い図17乃至図20よりも優れている（磁束密度0.3T以上のピークの幅が広くかつピークが高い。）。

【0028】このように、2個の永久磁石31A、31Bを同極対向させかつ永久磁石間に中間部軟磁性体32を設けた磁石可動体30は、フレミングの左手の法則に基づく推力に寄与できる磁石可動体30の長手方向に垂直な磁束成分を大きくでき、かつ3連のコイル33A、33B、33Cは永久磁石の全磁極の磁束と有効に鎖交するので、3連のコイル33A、33B、33Cに交互に逆極性の磁界を発生する向きに電流を通電することにより、第1実施例や比較例では到達し得ない大きな推力を発生することができる。各コイルの電流を反転させれば磁石可動体30の推力の向きも反転する。交流電流を流した場合には、一定周期で振動を繰り返す往復動アクチュエータとして働く。図15の第2実施例の動作原理図の場合、例えば、磁石可動体30として直径2.5mm、長さ3mmの希土類永久磁石を2個用い（希土類永久磁石の性能は第1実施例や比較例と同じとする）、かつ両者間に長さ1mmの軟磁性体を配置したものをを用い、図13、図14の第1実施例、比較例と同じ消費電力となるように作成した3連のコイル33A、33B、33Cに40mAの電流を流し、同じ消費電力としたときに発生する推力F3は6.7(qf)であった。これは、同一消費電力の第1実施例の場合の約1.42倍の推力であ

り、また比較例の約1.2倍の推力であり、第1実施例及び比較例に比較して格段に優れていることが判る。

【0029】図23の曲線(イ)は図15(ヨーク無し)の場合の磁石可動体30の軸方向変位量と推力(qf)との関係を示す。但し、永久磁石の寸法、特性は図21に示したものとするとともに、磁石可動体30の中間点が中央のコイル33Bの中間点に位置するときを変位量零とし、各コイルの電流は40mAとした。

【0030】図23の曲線(ロ)は図15の動作原理図に磁性ヨークを付加した場合(但し、永久磁石及びヨークの寸法、配置及び永久磁石の特性は図22の通り)の磁石可動体30の軸方向変位量と推力(qf)との関係であって変位量零の点から離れる方向に磁石可動体が動作するときを示す。また、曲線(ハ)は同じ構成における磁石可動体30の軸方向変位量と推力(qf)との関係であって変位量零の点に近付く方向に動作するときを示す。但し、磁石可動体30の中間点が中央のコイル2Bの中間点に位置するときを変位量零とし、各コイルの電流は40mAとした。このように、磁石可動体30が変位量零の点に近付くか又は離れるかによって推力が相違するの、磁石可動体30の永久磁石の磁極とヨークとの間に磁石可動体30を変位量零点に戻す磁気吸引力が働いているからである。

【0031】

【実施例】以下、本発明に係る可動磁石式ポンプの実施例を図面に従って説明する。

【0032】図1乃至第5図で本発明の第1実施例を説明する。この図に示すように、第1実施例の可動磁石式ポンプは、軟磁性体の円筒状ヨーク1と、該円筒状ヨーク1の内側に配置された2連のコイル11A, 11Bと、磁石可動体10とを有し、2連のコイル11A, 11Bは内周面が磁石可動体10を摺動自在に案内する流体導入室2となったガイド筒体4で円筒状ヨーク1に固定されている。そのガイド筒体4は絶縁樹脂等の絶縁部材(非磁性材)である。

【0033】前記磁石可動体10は、両端面に磁極を有する如く軸方向に着磁された略円柱状希土類永久磁石27を非磁性筒状ホルダ28で覆ったもので、外周面に流体通路となる溝部3が軸方向に形成されている。すなわち、筒状ホルダ28は外周面の対称位置に一对の溝部3を有するもので、その内部に永久磁石27が固定配置されている。この筒状ホルダ28は永久磁石27の外周面だけでなく、両端面をも覆うことが望ましい。また、磁石可動体10の流体送出側に弁座部品35が固着一体化されている。該弁座部品35は、図2乃至図5に示すように、筒状ホルダ28の溝部3の無い部分と同径の円環部36と、該円環部36の裏側に形成されていて筒状ホルダ28の端部内周に嵌合する一对の凸部37と、円環部36の表側に形成されたシール材配置溝38とを有するものであり、円環部36の内周穴39は溝部3を通

た流体(例えば水、灯油等の液体)を中心寄りに集めるため裏側から表側に向けてすばまったテーパ面39aを有している。そして、前記シール材配置溝38にゴム等のシール材(リング)70が接着され、シール材70を一体化した弁座部品35の凸部37は筒状ホルダ28の端部内周28aに接着剤を併用して図2及び図3のように嵌合、固着されている。

【0034】前記溝部3を通った流体は、図2中の矢印Gのように、弁座部品35の円環部36と筒状ホルダ28間の隙間を通過して円環部36の内周穴39に到達できるようになっている。なお、流体導入室2の内周面と弁座部品35の外周面間の隙間は微小であり、同様に流体導入室2の内周面と磁石可動体10の溝部3の無い部分の外周面間の隙間も微小であり、弁座部品35の円環部36と筒状ホルダ28間に隙間が存在しても流体逆流等の不都合は生じない。

【0035】前記永久磁石27は筒状ホルダ28の内周形状に一致した断面を持つものでもよいし、円柱状又は角柱状のもの等を用いてもよい。但し、筒状ホルダ28と永久磁石27間に隙間が生じる場合、充填材を筒状ホルダ28内に充填して永久磁石27を筒状ホルダ28に對し動かないように固定する。

【0036】前記コイル11A, 11Bは、磁石可動体10の端部外周側をそれぞれ環状に周回するように巻回され、隣合う部分に同極が発生するように結線されており、磁石可動体10の各端面からの磁束がそれぞれコイル11A, 11Bと鎖交している。

【0037】前記流体導入室2を形成したガイド筒体4の一端には流体導入側部材5がリング61及びストッパ板62を介し水密に固定されている。流体導入側部材5は一端が流体導入口7として開口し、他端が流体導入室2に連通した流体導入路8を有し、その中間部に形成された大径部6に第1の逆流防止弁12が設けられている。すなわち、第1の逆流防止弁12は、大径部6の弁座部となる部分に固定配置されたゴム等のシール材(リング)14と、該シール材14に圧接したときに流体導入路8を閉塞する鋼球等の磁性弁体15と、流体導入側部材5の外側に配置された弁体吸引用永久磁石16とからなっている。したがって、磁性弁体15は弁体吸引用永久磁石16で前記シール材14に圧接する向きに付勢されている。流体導入側部材5は非磁性材が望ましい。

【0038】なお、前記ストッパ板62の磁石可動体10への対向面には当該磁石可動体10の行程を規制するためのクッション材63が固着されている。

【0039】前記流体導入室2を形成したガイド筒体4の他端には流体吐出側部材17がリング64を介して水密に固定されている。すなわち、流体吐出側部材17のフランジ部を上から押さえる押さえ板65をボルト66で円筒状ヨーク1のフランジ部に装着して締め付け

る。この流体吐出側部材17は流体導入室2に連通した流体吐出路19を有している。流体吐出側部材17の先端側部には流体吐出路19に連通する流体吐出口18を持つノズル部材67が固着されている。

【0040】さらに、磁石可動体10に固着一体化された弁座部品35の流体吐出側シール材70との間で第2の逆流防止弁25を構成するように鋼球等の磁性弁体26が設けられている。該磁性弁体26は磁石可動体10内の永久磁石27によって弁座部品35の内周穴39を閉塞する向きに吸引されている。また、弁体26及び磁石可動体10の行程を規制するクッション材68が流体吐出側部材17の内側凹部に固定されている。

【0041】この第1実施例の構成において、図13の動作原理図の所で説明したように、相隣合う部分に同極が発生する如く2個のコイル11A,11Bを結線して交流電流を通电することにより磁石可動体10を流体導入室2内で往復動させることができる。この結果、磁石可動体10が流体吐出側に移動する行程では第2の逆流防止弁25の磁性弁体26が弁座部品35の内周穴39を閉塞した状態（すなわち流体通路を閉塞した状態）で当該磁石可動体10が移動するため、流体導入室2内に流体（例えば水、灯油等の液体）が流体導入口7、流体導入路8及び第1の逆流防止弁12の経路を通して導入される。そして、磁石可動体10が流体導入側に移動する行程では第1の逆流防止弁12の磁性弁体15が流体導入路8を閉塞した状態で当該磁石可動体10が移動するため、流体導入室2内の流体は第2の逆流防止弁25を通して磁石可動体10の流体吐出側に移動し、その後の磁石可動体10の流体吐出側への移動に伴い流体吐出路19を通り流体吐出口18から吐出される。

【0042】この第1実施例によれば、磁石可動体10の永久磁石からの磁束と、これと鎖交する2個のコイル11A,11Bの電流間に働くフレミングの左手の法則に基づく推力に準ずる力で磁石可動体10を効率的に往復動させることができ、復帰用ばね等の機構は不要となり、機構の簡略化を図り得る。また、磁石可動体10の往復動作は、コイル11A,11Bに通电する電流の周波数に対する追従性が良く円滑に行われ、周波数を高くすることで高速動作も可能となる。さらに、磁石可動体10の外周面に流体通路となる溝部3を形成する構造であるので、流体通路として貫通穴を磁石可動体10に設ける場合に比較して磁石可動体10の作製が容易であり、小型化にも適し、永久磁石27周囲の防水構造も容易である（筒状ホルダ28の加工が深絞り加工等により容易に実現できる。）。また、第1及び第2の逆流防止弁12,25は鋼球等の磁性弁体15,26を永久磁石で吸引する簡単な構造であり、この点でも機構の簡略化を図っている。

【0043】図6は本発明の第2実施例を示す。この図に示すように、第2実施例の可動磁石式ポンプは、軟磁

性体の円筒状ヨーク41と、該円筒状ヨーク41の内側に配置された3連のコイル33A,33B,33Cと、磁石可動体30とを有し、3連のコイル33A,33B,33Cは内周面が磁石可動体30を摺動自在に案内する流体導入室42となったガイド筒体44で円筒状ヨーク41に固定されている。そのガイド筒体44は絶縁樹脂等の絶縁部材（非磁性材）である。

【0044】前記磁石可動体30は、同極対向配置の2個の略円柱状希土類永久磁石31A,31Bと、これらの永久磁石31A,31B間に配置される略円柱状中間部軟磁性体32とを非磁性筒状ホルダ28で覆ったもので、外周面に流体通路となる溝部3が軸方向に形成されている。すなわち、筒状ホルダ28は外周面の対称位置に一对の溝部3を有するもので、その内部に永久磁石31A,31Bと略円柱状中間部軟磁性体32が固定配置されている。この筒状ホルダ28は永久磁石31A,31Bと略円柱状中間部軟磁性体32の連結体の外周面だけでなく、両端面をも覆うことが望ましい。また、磁石可動体30の流体送出側に弁座部品35が固着一体化され、弁座部品35にシール材70が固定されている。該弁座部品35の構成及び筒状ホルダ28への固定は前述の第1実施例の場合と同様である。

【0045】前記3連のコイル33A,33B,33Cは環状に周回するように巻回され、永久磁石31A,31Bの磁極間を境にして相異なる方向に電流が流れる如く結線されている。すなわち、中央のコイル33Bは中間部軟磁性体32及び永久磁石31A,31BのN極を含む端部を囲み、両側のコイル33A,33Cは、永久磁石31A,31BのS極を含む端部をそれぞれ囲むことができるようになっており、かつ中央のコイル33Bに流れる電流の向きと、両側のコイル33A,33Cの電流の向きとは逆向きである（図6の各コイルに付したN,Sを参照）。

【0046】前記流体導入室42を形成したガイド筒体44の一端には流体導入側部材5がOリング61及びストッパ板62を介し水密に固定されている。流体導入側部材5に第1の逆流防止弁12が設けられていること等は前述の第1実施例と同様である。

【0047】前記流体導入室42を形成したガイド筒体44の他端には流体吐出側部材17がOリング64を介して水密に固定されている。流体吐出側部材17の先端側部に、流体吐出路19に連通する流体吐出口18を持つノズル部材67が固着されていること等は前述の第1実施例と同様である。

【0048】さらに、磁石可動体30に固着一体化された弁座部品35の流体吐出側シール材70との間で第2の逆流防止弁25を構成するように鋼球等の磁性弁体26が設けられている。該磁性弁体26は磁石可動体30内の永久磁石31Aによって弁座部品35の内周穴39を閉塞する向きに吸引されている。また、弁体26及び

磁石可動体30の行程を規制するクッション材68が流体吐出側部材17の内側凹部に固定されている。

【0049】なお、第1実施例と同一もしくは同等部分には同一符号を付して説明を省略した。

【0050】この第2実施例の構成において、図15の動作原理図の所で説明したように、3連のコイル33A, 33B, 33Cに対して、交互に逆極性の磁界を発生する向きに交流電流を通电することにより磁石可動体30を流体導入室42内で往復動させることができる。この結果、磁石可動体30が流体吐出側に移動する行程では第2の逆流防止弁25の磁性弁体26が弁座部品35の内周穴39を閉塞した状態（すなわち流体通路を閉塞した状態）で当該磁石可動体30が移動するため、流体導入室42内に流体（例えば水、灯油等の液体）が流体導入口7、流体導入路8及び第1の逆流防止弁12の経路を通して導入される。そして、磁石可動体30が流体導入側に移動する行程では第1の逆流防止弁12の磁性弁体15が流体導入路8を閉塞した状態で当該磁石可動体30が移動するため、流体導入室42内の流体は第2の逆流防止弁25を通して磁石可動体30の流体吐出側に移動し、その後の磁石可動体30の流体吐出側への移動に伴い流体吐出路19を通り流体吐出口18から吐出される。

【0051】この第2実施例によれば、磁石可動体30の各永久磁石からの磁束と、これと鎖交する3連のコイル33A, 33B, 33Cの電流間に働くフレミングの左手の法則に基づく推力に準ずる力で磁石可動体30を極めて効率的に往復動させることができる。図15の動作原理図の所で説明したように、同極対向の永久磁石間に軟磁性体を挟んだ構造体で磁石可動体30を構成しており、永久磁石の着磁方向（軸方向）に垂直な磁束密度成分を充分大きくできかつ永久磁石の全ての磁極の発生する磁束を有効利用できるので、磁石可動体30を取り巻くように周回した3連のコイル33A, 33B, 33Cに流れる電流とこの間のフレミングの左手の法則に基づく推力を充分大きくでき、磁石可動体30を小型にした場合であってもその駆動力を極めて大きくできる。なお、その他の作用効果は前述した第1実施例と同様である。

【0052】図7は第2実施例において用いることのできる磁石可動体の変形例である。この場合、磁石可動体30Aは、同極対向配置の2個の略円柱状希土類永久磁石31A, 31Bと、これらの永久磁石31A, 31B間に固着される略円柱状の中間部軟磁性体32Aと、永久磁石31A, 31Bの外側端面に固着される略円柱状の端部軟磁性体32B, 32Cとを非磁性筒状ホルダ28で覆ったもので、外周面に流体通路となる溝部3が軸方向に形成されている。すなわち、筒状ホルダ28は外周面の対称位置に一对の溝部3を有するもので、その内部に永久磁石31A, 31Bと略円柱状中間部軟磁性体32A、端部軟磁性体32B, 32Cが固定配置されて

いる。この筒状ホルダ28は略円柱状永久磁石31A, 31Bと略円柱状軟磁性体32A, 32B, 32Cの連結体の外周面だけでなく、両端面をも覆うことが望ましい。また、磁石可動体30Aの流体送出側に弁座部品35が固着一体化され、弁座部品35にシール材70が固定されている。該弁座部品35の構成及び筒状ホルダ28への固定は前述の第1実施例の場合と同様である。

【0053】図7の磁石可動体30Aでは、端部軟磁性体32B, 32Cを設けたことで永久磁石外側端面から出た磁束が垂直方向（ヨーク方向）に曲がり易くなり、第2実施例の3連のコイル33A, 33B, 33Cと組み合わせることで、さらに推力を数%乃至10%程度向上させ得る。

【0054】図8は、第1又は第2実施例で用いることのできる磁石可動体の溝部の変形例を示す。この場合、磁石可動体10, 30の溝部3Aは磁石可動体の軸方向に対し傾きを有するように筒状ホルダ28の外周面に形成されている。この結果、磁石可動体10, 30は回転を伴って往復動することになり、磁石可動体10, 30の外周部を構成する非磁性筒状ホルダ28の局部摩擦を防止して耐摩耗性を向上させ得る。なお、磁石可動体30Aの流体送出側に弁座部品35が固着一体化され、弁座部品35にシール材70が固定されていること等は前述の第1実施例と同様である。

【0055】図9は第1又は第2実施例における第2の逆流防止弁の変形例であり、磁石可動体10, 30の流体吐出側に非磁性筒状ホルダ28の延長部100を設け、該延長部100にてばね101及び球状等の弁体102を押える構成となっている。したがって、弁体102は磁石可動体10, 30の流体吐出側端面のシール材70に圧接する方向にばね101で付勢され、弁座部品35の内周穴39を閉塞する。この図9の構成の場合、弁体102は磁性体でなくともよい。なお、磁石可動体10, 30の流体送出側に弁座部品35が固着一体化され、弁座部品35にシール材70が固定されていること等は前述の第1実施例と同様である。

【0056】図10は第1又は第2実施例における第1の逆流防止弁の変形例であり、流体導入部材5の大径部6の弁座部となる部分にゴム等のシール材14Aが固定配置され、これに圧接するように球状等の弁体80がばね81によって付勢されている。なお、ストッパ板62Aはばね押さえとしても機能している。なお、1はヨーク、8は流体導入路である。この図10の場合も、弁体80は磁性体でなくともよい。

【0057】図11は第1又は第2実施例における第1の逆流防止弁の配置を流体吐出側に変更した変形例であり、流体吐出側部材17Aは、磁石可動体10, 30が往復動する流体導入室2, 42に連通した流体吐出路19Aを内部に有して、該流体吐出路19Aの途中位置に第1の逆流防止弁12が配設される。すなわち、弁

体15が大径部のシール材14に圧接したときに流体吐出路19Aを閉塞できるようになっており、図示は省略したが、ばね等で弁体15はシール材14の圧接する方向に付勢されている。なお、第1又は第2実施例と同一部分には同一符号を付した。

【0058】図12は第1又は第2実施例における第2の逆流防止弁の配置を磁石可動体の流体導入側に変更した変形例である。この場合、磁石可動体10、30の非磁性筒状ホルダ28に円筒状延長部材110が連結一体化されており、該円筒状延長部材110の先端折り返し部分111の内側に弁座112が固定され、該弁座112にシール材（Ｏリング）113が固着されている。そして、円筒状延長部材110の内側にステンレス、樹脂等の非磁性材の球状弁体114が設けられ、圧縮ばね115で前記シール材113に圧接する向きに付勢されている。なお、図中、1、41は円筒状ヨーク、4、44はガイド筒体を示す。

【0059】この図12の構成では、磁石可動体10、30が矢印Jのように流体吐出側に移動する行程では第2の逆流防止弁の弁体114が弁座112上のシール材113に圧接して円筒状延長部材110の端部開口115を閉塞した状態（すなわち流体通路を閉塞した状態）となり、磁石可動体10、30が矢印Kのように流体導入側に移動する行程では第1の逆流防止弁が流体導入路を閉塞した状態となるため、第2の逆流防止弁の弁体114はシール材113から離れ、流体導入室2、42内の流体が第2の逆流防止弁を通して磁石可動体10、30の溝部3に進入する向きに（流体吐出側に）移動できるようになっている。

【0060】なお、第1及び第2の逆流防止弁の構造として、図9乃至図12に例示した以外の構造を採用することもできる。

【0061】以上本発明の実施例について説明してきたが、本発明はこれに限定されることなく請求項の記載の範囲内において各種の変形、変更が可能なことは当業者には自明であろう。

【0062】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の可動磁石式ポンプによれば、流体通路となる溝部を形成した磁石可動体と複数のコイルに通電する電流との間の電磁力を利用して当該磁石可動体を流体導入室内で往復動させる構成としたので、機械的復帰機構を不要として機構の簡略化を図ることができ、小型で大きな揚液能力を実現できる。また、磁石可動体には溝部を形成すればよく、貫通穴を形成する場合に比較して小型化に有利であり、磁石可動体に内蔵される永久磁石の防水も容易である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る可動磁石式ポンプの第1実施例を示す正断面図である。

【図2】第1実施例の磁石可動体及び弁座部品を示す拡大

正断面図である。

【図3】第1実施例の磁石可動体の拡大平面図である。

【図4】第1実施例の磁石可動体及び弁座部品の拡大した分解側面図である。

【図5】第1実施例の弁座部品の拡大した平面図である。

【図6】本発明の第2実施例を示す正断面図である。

【図7】第2実施例において用いることのできる磁石可動体の変形例を示す正断面図である。

【図8】第1及び第2実施例において用いることのできる磁石可動体の溝部構造の変形例を示す正面図である。

【図9】第1又は第2実施例における第2の逆流防止弁の変形例を示す正断面図である。

【図10】第1又は第2実施例における第1の逆流防止弁の変形例を示す部分断面図である。

【図11】第1又は第2実施例における第1の逆流防止弁の配置を流体吐出側に変更した変形例を示す部分断面図である。

【図12】第1又は第2実施例における第2の逆流防止弁の配置を磁石可動体の流体導入側に変更した変形例を示す部分断面図である。

【図13】第1実施例の動作原理を説明するための概略構成図である。

【図14】比較例を示す概略構成図である。

【図15】第2実施例の動作原理を説明するための概略構成図である。

【図16】単一の永久磁石の長手側面（永久磁石の着磁方向に平行な面）の表面磁束密度の垂直成分（長手側面に垂直な成分）を示すグラフである。

【図17】2個の同極対向の永久磁石を直接的に対接状態とした場合の長手側面の表面磁束密度の垂直成分を示すグラフである。

【図18】2個の永久磁石を1mmのエアーギャップを介し同極対向状態とした場合の長手側面の表面磁束密度の垂直成分を示すグラフである。

【図19】2個の永久磁石を2mmのエアーギャップを介し同極対向状態とした場合の長手側面の表面磁束密度の垂直成分を示すグラフである。

【図20】2個の永久磁石を3mmのエアーギャップを介し同極対向状態とした場合の長手側面の表面磁束密度の垂直成分を示すグラフである。

【図21】2個の永久磁石を軟磁性体を介し同極対向状態とした場合の長手側面の表面磁束密度の垂直成分を示すグラフである。

【図22】2個の永久磁石を軟磁性体を介し同極対向状態とし、かつ軟磁性体ヨークを配置した場合の長手側面の表面磁束密度の垂直成分を示すグラフである。

【図23】図15の第2実施例の動作原理図における磁石可動体の変位量と推力との関係を示すグラフである。

【符号の説明】

1, 41 円筒状ヨーク

2, 42 流体導入室

3, 3A 溝部

4, 44 ガイド筒体

10, 30, 30A 磁石可動体

11A, 11B, 33A, 33B, 33C コイル *

* 12 第1の逆流防止弁

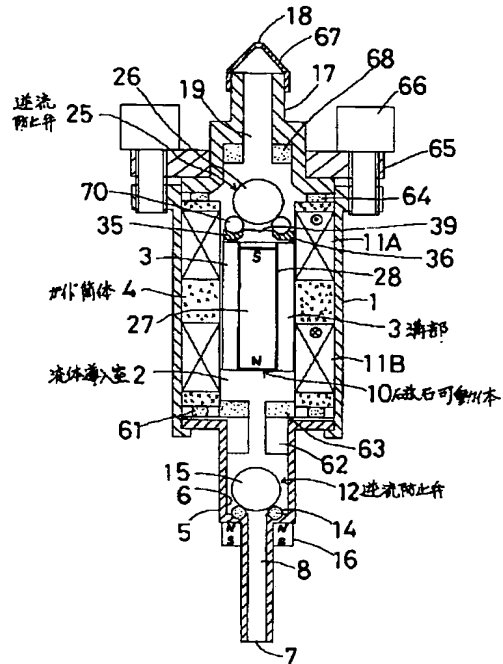
25 第2の逆流防止弁

28 非磁性筒状ホルダ

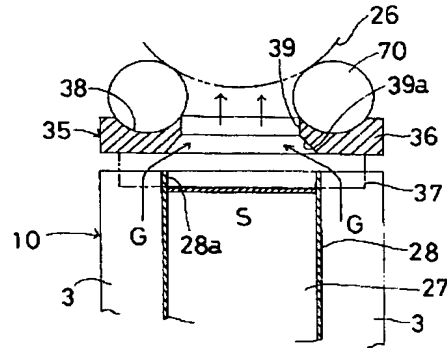
31A, 31B 略円柱状永久磁石

32, 32A, 32B, 32C 略円柱状軟磁性体

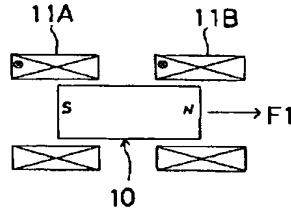
【図1】



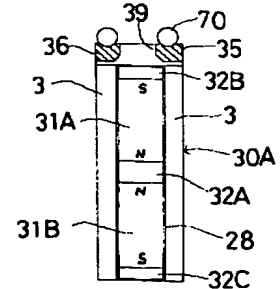
【図2】



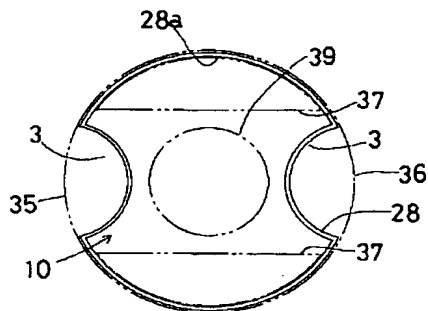
【図13】



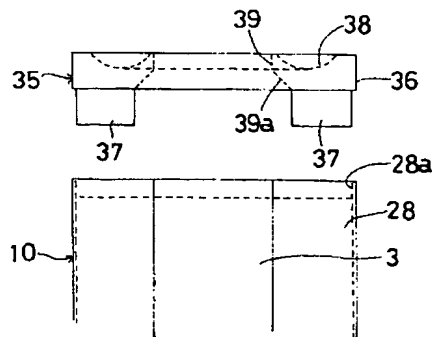
【図7】



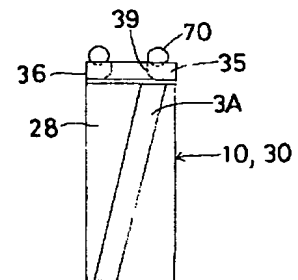
【図3】



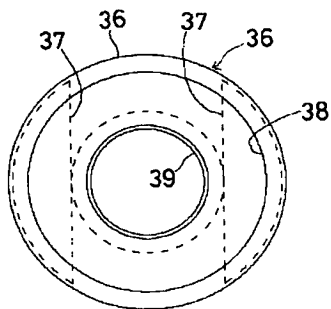
【図4】



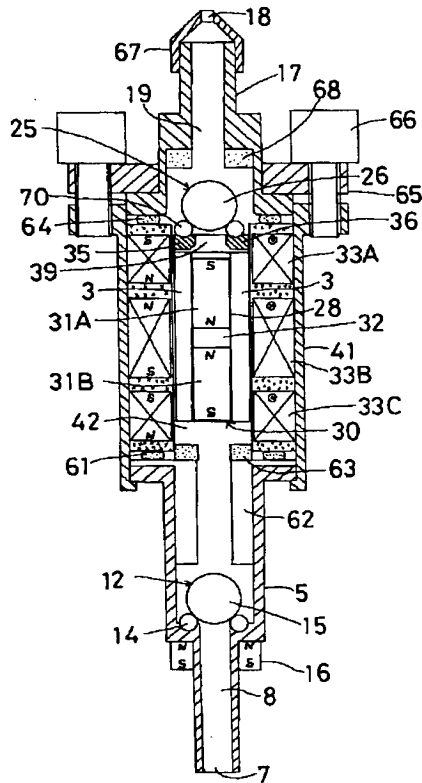
【図8】



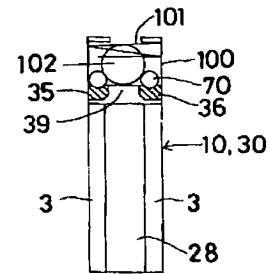
【図5】



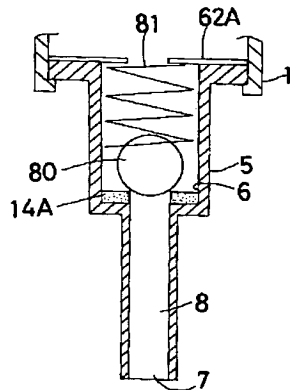
【図6】



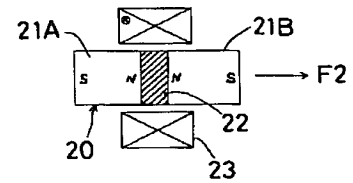
【図9】



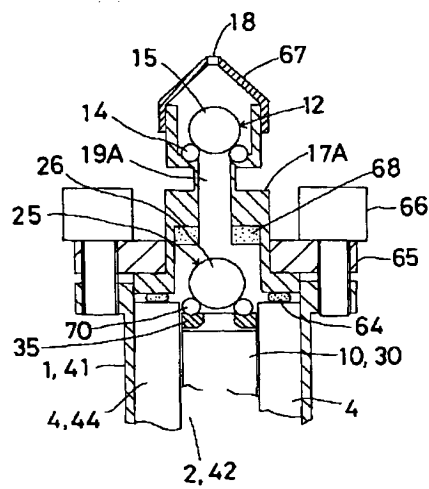
【圖 10】



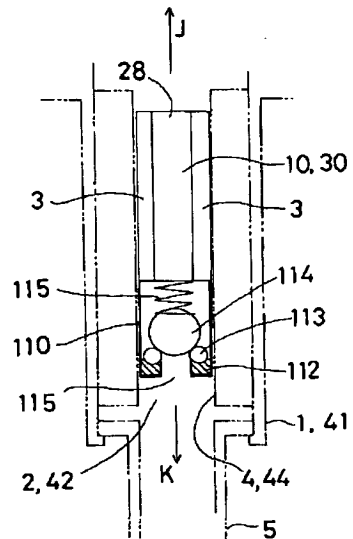
【圖 14】



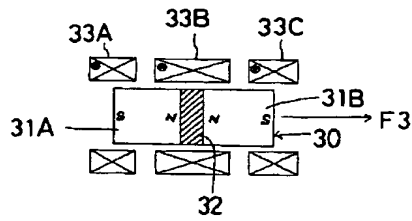
【圖 1 1】



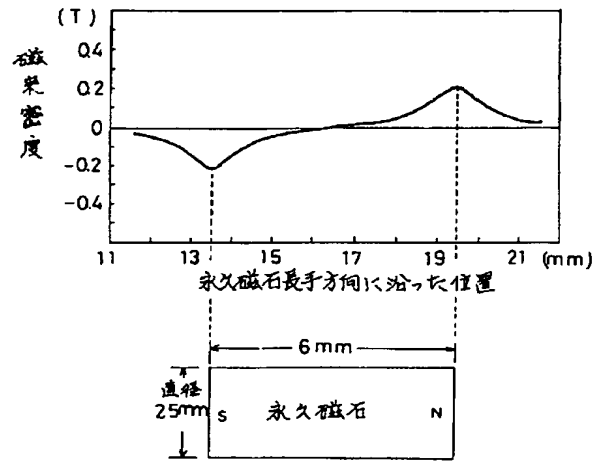
【圖 12】



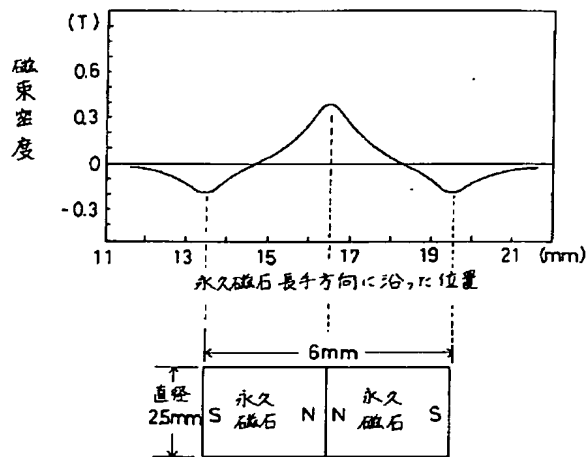
【図15】



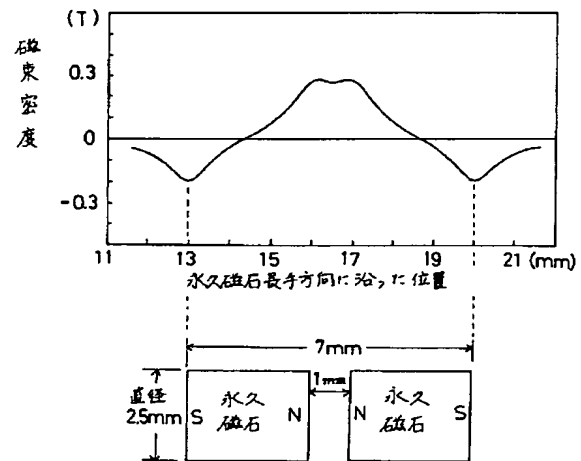
【図16】



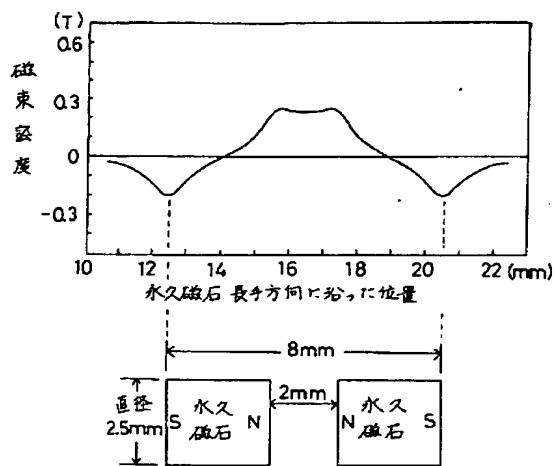
【図17】



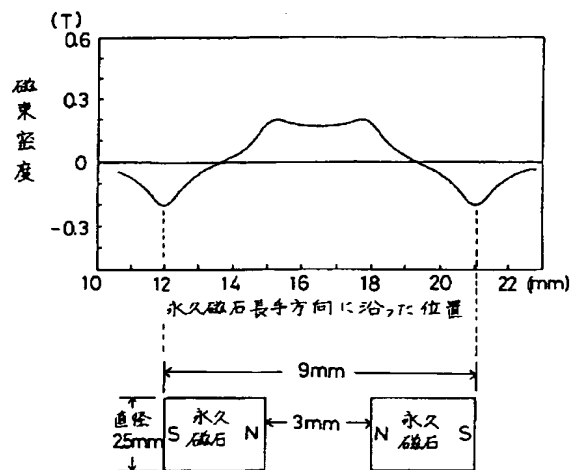
【図18】



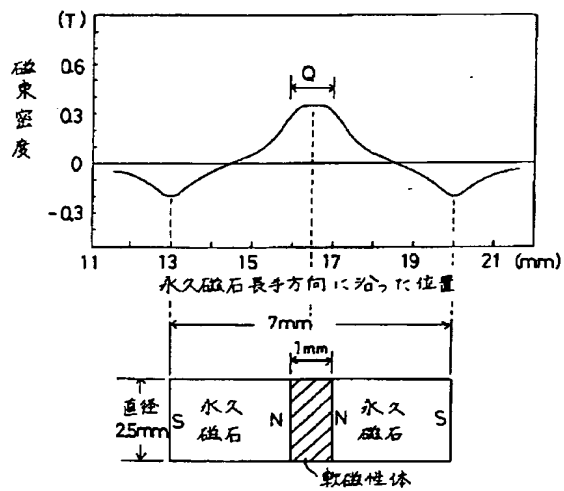
【図19】



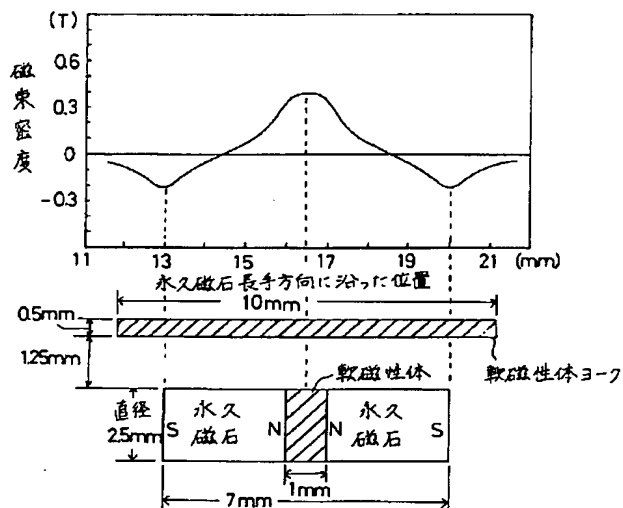
【図20】



【図21】



【図22】



【図23】

